

УДК 556.38:556.013(571.1)

**РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ
СОВРЕМЕННОГО СОСТАВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**
NATURAL FACTORS ROLE IN FORMATION OF THE FRESH UNDERGROUND
WATERS CURRENT COMPOSITION OF THE CRIOLITHOZONE
IN THE NORTH OF WEST SIBERIA

В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова

V. A. Beshentsev, T. V. Semenova

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Ключевые слова: криолитозона; многолетнемерзлые породы; подземные воды; минерализация подземных вод; климат; атмосферные осадки; температура
Key words: cryolithozone; permafrost rocks; groundwater; mineralization of underground waters; climate; atmospheric precipitation; temperature

Многолетнемерзлые породы (ММП) севера Западной Сибири характеризуются широтной зональностью. Она проявляется в распределении мощности и температуры ММП, строении мерзлой толщи и ее льдистости, мерзлотном рельефе земной поверхности.

В результате совместного воздействия палеогидрогеологических и современных факторов на территории Западно-Сибирской равнины с севера на юг сформировались три главных зоны распространения ММП (рисунок) [1, 2].

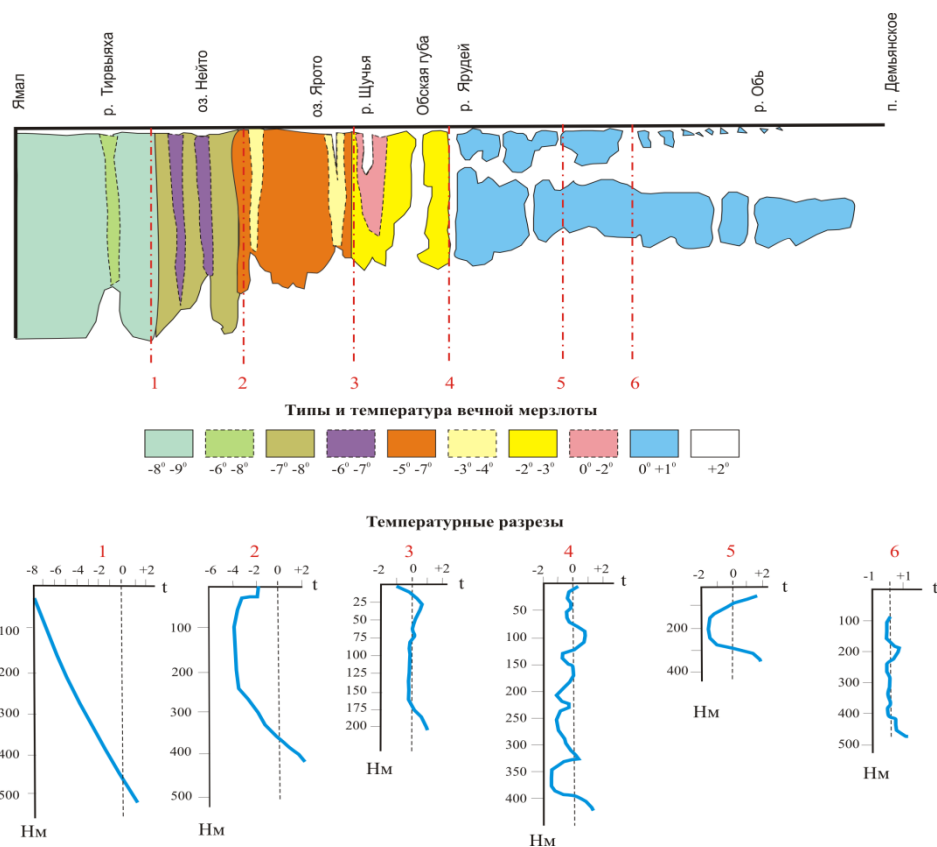


Рисунок. Строение и температура многолетнемерзлых пород

1) Зона слитного залегания мощных современных и древних многолетнемерзлых пород занимает северную половину равнинной части региона (примерно севернее 66°), а также Полярный Урал и Приуралье.

2) Зона разобщенного залегания современных и древних многолетнемерзлых пород располагается в южной части исследуемой территории.

3) Зона глубокого залегания древних многолетнемерзлых пород развита на ограниченной площади в долине р. Оби от южной границы округа (пос. Казым-Мыс) до слияния Большой и Малой Оби, а также в верховьях р. Куноват.

Наличие на исследуемой территории мощной и сложнопостроенной толщи многолетнемерзлых пород определило условия формирования, водообильность, динамику подземных вод и другие характеристики зоны активного водообмена на данной территории. В этих условиях сформировались надмерзлотные, внутримерзлотные, межмерзлотные, подмерзлотные воды и воды сквозных таликов [3].

Для выявления основных закономерностей при формировании современного состава вышеуказанных подземных вод авторами рассмотрены химический состав атмосферных осадков, поверхностных вод, а также надмерзлотных и подмерзлотных вод (таблица).

Взаимодействуя с почвами, инфильтрующиеся осадки и снеговые воды формируют сезонно-водоносный горизонт (сезонно-талые воды) и надмерзлотные талики различного происхождения. На исследуемой территории сезонно-талые воды мало изучены и по ним почти отсутствуют данные по химическому составу. Поэтому в качестве примера приводится химический состав подземных вод надмерзлотных таликов, представленных водоносным таликовым и криогенно-таликовым комплексами (см. табл.).

Химический состав атмосферных осадков и природных вод(мг/дм³)

Компоненты	Атмосферные осадки	Поверхностные (речные) воды	Надмерзлотные талики	Межмерзлотные воды
HCO ₃ ⁻	12,20	18,30	21,40	30,50
Cl ⁻	1,80	1,00	46,10	3,50
SO ₄ ²⁻	1,70	1,70	43,20	2,10
Ca ²⁺	3,70	2,30	21,20	8,30
Mg ²⁺	0,40	1,50	5,80	3,95
Na ⁺	1,00	1,10	27,30	2,60
K ⁺	0,30	0,40	7,40	0,70
NH ₄ ⁺	0,10	0,10	3,40	0,20
Fe ³⁺	0,06	2,20	0,40	2,20
NO ₃ ⁻	2,00	0,70	51,20	0,00
NO ₂ ⁻	0,00	0,01	0,13	0,00
SiO ₂	0,80	8,40	6,30	25,03
pH	5,70	5,49	6,02	6,20
Минерализация подземных вод (г/дм ³)	0,02	0,021	0,14	0,05
Окисляемость, мг/дм ³	3,00	11,00	4,10	4,00
Общая жесткость, моль/дм ³	0,22	0,24	1,54	0,52

Как видно из таблицы, химический состав атмосферных осадков и поверхностных речных вод достаточно схож, по химическому составу они гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магнелиевые, по величине минерализации — ультрапресные (0,02–0,021 г/дм³), по водородному показателю — слабокислые (pH = 5,49–5,7).

Выпавшие осадки соприкасаются с горизонтом почв, который характеризуется своеобразной геохимической обстановкой. В первую очередь это относится к надмерзлотным водам, которые напрямую связаны с почвами. Почвенный покров территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона достаточно сложен и имеет свои особенности – зональность и широкую изменчивость в пределах одной и той же зоны в связи с рельефом, пестротой почвообразующих пород, условиями увлажнения.

В тундровой и лесотундровой зонах исследуемой территории почвы формируются на глинисто-песчаных отложениях морского и ледникового происхождения в условиях слабо оттаивающей в летнее время мерзлоты. В тундре распространены тундрово-глеевые почвы с маломощным (5–10 см) перегнойным горизонтом, в котором содержание гумуса небольшое (1,5–2 %). На более увлажненных участках развиваются торфяно-болотные и перегнойно-торфяно-болотные почвы, а на оттаивающих песках увалистых возвышенностей – слабоподзолистые. В лесотундре преобладают глеево-подзолистые почвы.

В таежной зоне на песчаных, песчано-глинистых, суглинистых и торфяных породах ледникового, морского, речного и озерного происхождения располагаются подзолистые, подзолисто-глеевые почвы, отличающиеся небольшой мощностью перегнойного горизонта и незначительным содержанием гумуса (2–3 %).

При увеличении термических ресурсов в почвообразовании возрастает роль переувлажнения, с которым связано образование болотных и торфяно-болотных почв. Распределение почв в горных районах региона зависит от высоты гор, крутизны склонов и состава горных пород. Вершинные безлесные пространства заняты примитивными почвами каменистых тундр мощностью до 30 см и содержанием гумуса 10–20 % [4, 5].

Характерной особенностью надмерзлотных вод является плавное повышение содержания основных солеобразующих компонентов — Na, K, Ca, Mg, SiO₂, увеличение минерализации рассматриваемых вод до пресных (0,14 г/дм³), а также их слабокислый характер (рН = 6,02). Причиной этого является разложение растительных остатков с образованием органических кислот. В условиях ММП и низких температур, характерных для криолитозоны, процессы гумусообразования останавливаются на начальной стадии формирования специфических гумусовых веществ. При этом в тундровых почвах образуются гумусовые вещества преимущественно фульвокислотного состава и примитивного строения, при взаимодействии осадков с почвами часть их растворяется в подземных водах с понижением рН и повышением окисляемости. Кислая среда не способствует накоплению гидрокарбонат-иона. При этом отмечаются повышенные содержания сульфатов и хлора, что приводит к образованию хлоридно-сульфатных вод, имеющих широкое распространение на исследуемой территории [3].

Как уже отмечалось выше, для большей части территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона характерны тундрово-глеевые почвы, которые распространены в районах со слаборасчлененным рельефом (долины рек, ровные водораздельные пространства, плоские столовые горы) и на участках развития слабопроницаемых пород (глины, торф, суглинки). Слабый поверхностный сток, небольшое испарение и наличие многолетнемерзлых пород приводят в этих условиях к различной степени заболоченности территории. Болотные воды характеризуются невысокой минерализацией, гидрокарбонатным составом, пониженным значением рН, повышенным содержанием органических веществ и закисного железа. На территории региона такой состав подземных вод характерен и для глубоководных (100–150 м) межмерзлотных вод.

Такие особенности обусловлены процессами, происходящими с водами, которые находятся в более закрытой гидрохимической обстановке, не содержащими

свободного кислорода и способными восстановить трехвалентное железо. В данных условиях развиваются аэробные бактерии, которые в процессе движения отнимают необходимый им кислород у минеральных соединений, обуславливая восстановление последних, и выделяют такие газы, как углекислый и метан, что способствует созданию неравновесной обстановки. Железо и марганец переходят в двухвалентную форму и поэтому легко мигрируют. Содержание закисного железа в таких водах по данным авторского опробования достигает 2–6 мг/дм³ и более.

Таким образом, основными факторами, определяющими химический состав межмерзлотных вод, являются разложение растительных остатков, жизнедеятельность микроорганизмов и, в меньшей степени, разрушение горных пород. Увеличение содержания гидрокарбонатов и повышение pH с глубиной указывают на нейтрализацию органических кислот и формирование менее кислой среды [6].

Отдельно необходимо остановиться на минерализации пресных подземных вод, которая играет существенную роль в определении их качества. Основными составляющими минерализации можно считать соли, приносимые атмосферными осадками, соли, выщелачиваемые водой из вмещающих пород и почвенного слоя, и синтезируемые из воды и углекислого газа ионы [7].

Авторские исследования, проведенные на описываемой территории (в пределах Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона) [3], показали, что на долю атмосферной составляющей, которая определяется количеством осадков и величиной испарения, приходится около 20 % общей минерализации подземных вод. Биогенной составляющей в общем количестве выносимых солей принадлежит для условий региона доминирующая роль – около половины всей минерализации. Вклад литогенной составляющей за счет большого выноса силикатов достигает 30 % и напрямую связан с интенсивностью водообмена.

Список литературы

1. Бешенцев В. А. Экологическая геокриология (Техногенное воздействие на экосистему криолитозоны). ОАО «СибНАЦ» // Горные ведомости. – Тюмень. – 2014. – № 8. – С. 73-78.
2. Бешенцев В. А., Семенова Т. В. Техногенное воздействие нефтегазового комплекса на криолитозону севера Западной Сибири: материалы 9-й Международной научно-технической конференции: «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна». Том 2. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – С. 170-173.
3. Бешенцев В. А., Иванов Ю. К., Бешенцева О. Г. Экология подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005.
4. Ермилов О. М., Дегтярев Б. В., Курчиков А. Р. Сооружение и эксплуатация газовых скважин в районах Крайнего Севера. – Новосибирск. Изд-во СО РАН, 2003.
5. Бешенцев В. А., Матусевич В. М., Семенова Т. В. Гидрогеологические и геокриологические условия севера Западной Сибири (в пределах ЯНАО). Труды 10-й Международной конференции по мерзлотоведению. – Тюмень: Изд-во ООО «Печатник». – 2012. – С. 36-37.
6. Бешенцев В. А. Семенова Т. В. Криогенез пресных подземных вод Западно-Сибирской равнины (в пределах Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона) // Известия вузов. Нефть и газ. – 2014. – № 1. – С. 6-11.
7. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1978.

Сведения об авторах

Бешенцев Владимир Анатольевич, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел. 8(3452)390346, e-mail: Jeang@mail.ru

Семенова Татьяна Владимировна, к. г.-м. н., доцент кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел. 8(3452)390346, e-mail: t_v_semenova@list.ru

Information about the authors

Beshentsev V. A., Doctor of Geology and Mineralogy, professor of the chair «Geology of oil and gas fields», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 8(3452)390346, e-mail: Jeang@mail.ru

Semenova T. V., Candidate of Science in Geology and Mineralogy, associate professor of the chair «Geology of oil and gas fields», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 8(3452)390346, e-mail: t_v_semenova@list.ru